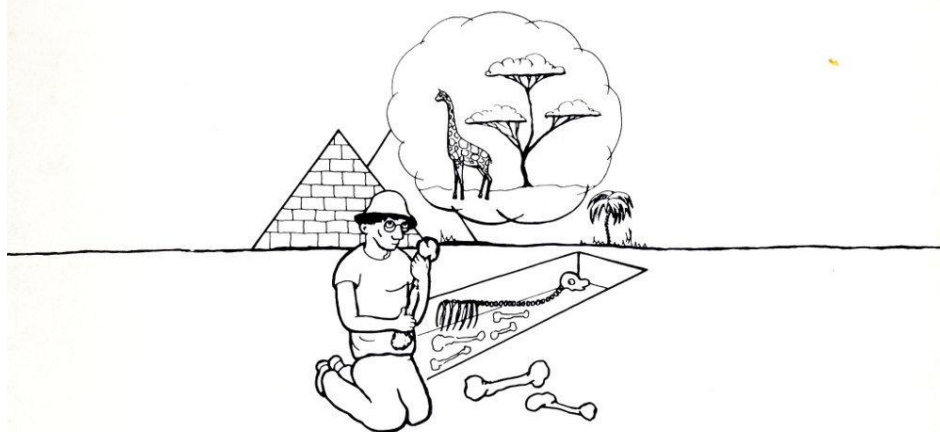


Сколько этому лет? История датировки в археологии

Джеймс Шенветтер

HOW OLD IS IT?

THE STORY OF DATING IN ARCHAEOLOGY



MUSEUM OF NEW MEXICO PRESS
POPULAR SERIES PAMPHLET NO. 2

Электронная книга проекта "Гутенберг" Сколько этому лет? История датировки в археологии

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Сколько этому лет? История датировки в археологии

Автор: Джеймс Шенветтер

Иллюстратор: Филлис Хьюз

Мэри Спенсер

Дата выхода: 24 апреля 2021 г. [Электронная книга № 65151]

Последнее обновление: 18 октября 2024 г.

Язык: Английский

Кредиты: Стивен Хатчесон и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру по адресу <https://www.pgdp.net>

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" СКОЛЬКО ЕЙ ЛЕТ? ИСТОРИЯ ДАТИРОВКИ В АРХЕОЛОГИИ ***

СКОЛЬКО ЭТОМУ ЛЕТ?

ИСТОРИЯ ДАТИРОВКИ В АРХЕОЛОГИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МУЗЕЯ НЬЮ-МЕКСИКО

ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ БРОШЮР № 2

СКОЛЬКО ЭТОМУ ЛЕТ? ДАТИРОВКА В АРХЕОЛОГИИ

Джеймс Шенветтер

Существует целая область науки, посвященная изобретению и разработке методов датирования - или "часов", как мы можем о них думать. Это называется *геохронология*, наука о датировке событий. Существует относительно немного геохронологов, ученых, обученных использованию всех видов методов датирования и теориям, на которых эти методы основаны.

Геохронологи говорят нам, что есть два основных типа часов: те, которые тикают с абсолютной скоростью, которую можно измерить, и те, которые тикают только время от времени. Часы первого типа выдают так называемую *абсолютную* дату, показывающую количество часов, дней, лет, столетий или тысячелетий с тех пор, как произошло событие. Часы второго типа дают

то, что называется *относительной* датой, помещая событие как предшествующее или после другого события, но не говорят нам точно, насколько они далеки друг от друга во времени и как давно они произошли.

В зависимости от того, насколько точной должна быть его дата для решения поставленной им перед собой задачи, археолог выберет методы абсолютной или относительной датировки. Конечно, часто тот тип часов, который он хочет использовать, недоступен, и он должен использовать следующий лучший тип. Вероятно, он попытается использовать для решения проблемы несколько часов разных типов, поскольку каждый из них будет выполнять функцию проверки других.

Абсолютные часы, наиболее широко используемые в археологии, - это исторические записи. Мужчины долгое время пользовались календарями и часто оставляли записи с записанными датами. На надгробиях в старой Вирджинии, на пьедесталах статуй и других памятниках классической Греции и Рима, на стенах гробниц египетских царей четко проставлены даты, которые могут быть связаны с местами, раскопанными археологами. Эти даты часто приходится пересчитывать в терминах христианского календаря, которым мы пользуемся. Большинство календарей, использовавшихся в Средиземноморье, на Ближнем Востоке и в Китае в эпоху классической древности, были успешно сопоставлены с тем, которым мы пользуемся сегодня, и дату, вписанную или отмеченную на таких сайтах, можно рассматривать в наших собственных терминах. Другие календари, например, разработанные в древних культурах майя на полуострове Юкатан, еще предстоит точно соотнести с нашим собственным. Разумеется, такие календари могут использоваться на их собственных условиях, и известно, что сайт, на котором есть надпись в календаре майя, на столько-то лет старше или моложе другого сайта с другой датой в этом календаре. Мы говорим о такой ситуации как о *плавающей хронологии*. То есть последовательность событий и количество лет, разделяющих их, известны, но даты этих событий в абсолютном времени неизвестны.



Годичные кольца позволяют использовать еще один вид абсолютных часов - *дендрологический* метод. Каждый год у дерева появляется годичное кольцо. В зависимости от количества воды, доступной дереву для роста клеток, кольцо будет шире или уже. Некоторые деревья, которым требуется много воды, растут вблизи ручьев или других мест, где их корни могут получать постоянный запас воды. Такие деревья, называемые *самодовольными*, имеют годичные кольца примерно одинаковой ширины. Другие *чувствительные* деревья растут в местах, где их водоснабжение должно почти полностью зависеть от осадков, например, на склонах холмов или в расщелинах скал. У таких деревьев годичные кольца различаются по ширине в зависимости от количества выпадающих на них осадков. В любой конкретной местности, особенно в засушливых и полузасушливых регионах, в одни годы выпадает больше осадков, чем в другие. Чувствительные деревья будут образовывать более широкие кольца в годы, когда выпадает больше осадков, и более узкие кольца в годы, когда их меньше. Часто бывают периоды продолжительностью около десяти лет, когда все чувствительные деревья демонстрируют одинаковую картину роста колец; например, три года узких колец, один год широких, еще два узких и еще три широких. Такой шаблон называется *сигнатурой*.

Подписи являются основой хронологий колец деревьев. Конечно, все деревья в регионе начали расти не в одно и то же время, но каждый раз, когда проходит ряд лет, которые дают отпечаток, все чувствительные деревья, которые еще живы, будут иметь этот отпечаток. Допустим, мы

ОБРАЗЦЫ, ВЗЯТЫЕ ИЗ РУИН, ПРИ СОПОСТАВЛЕНИИ И НАЛОЖЕНИИ ДРУГ НА ДРУГА, КАК УКАЗАНО, ПОСТЕПЕННО РАСШИРЯЮТ ДАТИРОВКУ ДО ДОИСТОРИЧЕСКИХ ВРЕМЕН.

Не все виды деревьев можно использовать для дендрохронологии. Наиболее полезными являются сосна, пихта и пиньон; иногда можно использовать можжевельник. Дуб, тополь, ива и другие породы дерева очень трудно датировать, и часто их вообще нельзя использовать.

Другими широко используемыми абсолютными часами являются часы, основанные на упорядоченном разложении углерода. Это *радиоуглеродный* метод датирования или C-14. Молекулы различных веществ состоят из атомов. Теперь мы знаем, что не все атомы вещества в точности одинаковы. Мы говорим об *изотопах* атома. Чтобы прояснить это, давайте представим, что атомы углерода состоят из массы шариков для пинг-понга. У некоторых атомов будет больше шариков для пинг-понга, чем у других, но у всех их будет достаточно и в нужном порядке, чтобы быть атомами углерода. Каждый из атомов с 14 шариками для пинг-понга мы будем называть углерод-14 изотопом углерода. Будут и другие изотопы атомов углерода.

Изотоп углерода-14 имеет примерно среднюю продолжительность жизни. Было определено, что в любой группе изотопов C-14 половина из них потеряет два своих шарика для пинг-понга и превратится в изотопы C-12 через 5730 лет, плюс-минус 40. Это известно как *период полураспада* изотопа C-14. Значение “плюс-минус 40” учитывает лабораторную погрешность в годах.

Теперь все живые существа содержат атомы углерода, и некоторые из этих атомов являются изотопами C-14. Количество изотопов C-14 в живом организме быстро достигает стабильного процентного содержания, после чего не происходит ни увеличения, ни уменьшения, пока организм жив. После его смерти запас C-14 не пополняется, и по прошествии 5730 плюс-минус 40 лет в нем остается вдвое меньше изотопов C-14, чем было при жизни. Через 11 460 плюс-минус 80 лет их будет на четверть больше, чем было при жизни.

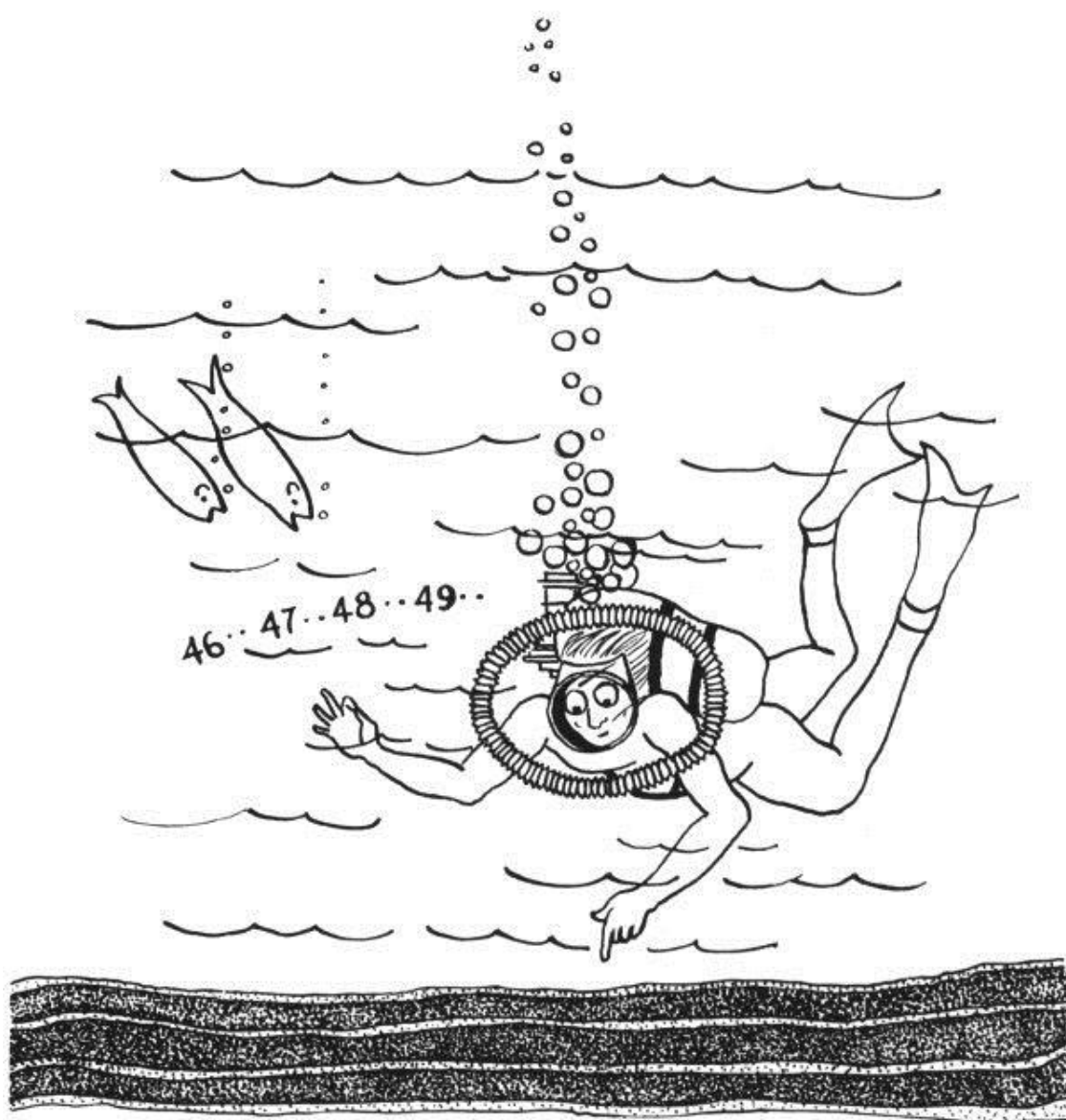
Геохронолог берет определенный вес углеродсодержащего вещества из организма, который когда-то жил. С помощью простой химии он может определить количество атомов углерода в материале, обычно древесном угле, дереве, кости или скорлупе. Он помещает материал в камеру, оборудованную счетчиками Гейгера, и регистрирует количество изотопов C-14, превращающихся в изотопы C-12 в течение определенного количества часов или дней. Поскольку он знает, сколько атомов углерода содержится в образце, он знает, сколько там было бы изотопов C-14, если бы образец был живым. Он также знает, что по мере уменьшения количества атомов C-14 количество щелчков на счетчике Гейгера тоже будет уменьшаться. Например, если имеется 2000 изотопов C-14, то разложение половины из них за период примерно в 5730 лет зарегистрировало бы 1000 нажатий на счетчик. В течение следующего 5730-летнего периода останется 1000 изотопов, и только 500 из них будут разлагаться, регистрируясь щелчками счетчика Гейгера.

Геохронолог производит подсчет и анализ результатов и отправляет информацию обратно археологу в виде количества лет, прошедших с тех пор, как углерод был частью живого существа; например, 1500 плюс-минус 150 лет назад (до настоящего времени). Археолог, переведя это в христианский календарь 1964 года, получил бы 464 года нашей эры плюс-минус 150 лет. Когда образец был на самом деле жив? Мы не знаем точно, но статистически у нас есть девяносто пять процентов шансов оказаться правыми, если мы скажем, что где-то между 164 и

764 годами нашей эры. Эти часы отсчитывают столетия. Но радиоуглеродные часы тикают не очень долго, даже через столетия, прежде чем закончиться. К тому времени, когда пройдет от 30 000 до 40 000 лет, С-14 в любом образце почти исчезнет, и его останется слишком мало, чтобы выдать достаточное количество щелчков счетчика Гейгера, если только человек не готов ждать всю жизнь, чтобы записать два или три щелчка.

Метод датирования по С-14 измеряет время по радиоактивному разложению материалов. Существуют и другие часы, которые зависят от химического разложения материалов. Подделка окаменелости Пилтдаунского человека была обнаружена с помощью метода датировки, который основан на разложении костного белка и замене его фтором. Фтор - это элемент, который встречается в природе в виде газа, но который легко соединяется с другими элементами, образуя соединения. Некоторые из этих элементов распространены в костях. Поскольку фтор является одним из наиболее реакционноспособных элементов в природе, он имеет тенденцию выделяться из соединения, в котором он находится, и образовывать другие соединения. Поскольку белок в кости разлагается, его часто заменяют фтором. Таким образом, ожидается, что количество фтора в старых костях будет больше, чем в молодых, поскольку у него было больше времени для накопления. Поскольку фтор накапливается с непостоянной скоростью, он дает лишь относительную оценку возраста.

В случае с Пилтдауном на месте была обнаружена группа костей, которые, как утверждалось, принадлежали одному человеку, жившему около 60 000 лет назад. Почти через 100 лет после того, как они были обнаружены, эти кости были подвергнуты испытанию на содержание фтора. Было обнаружено, что (1) в некоторых костях содержалось меньше фтора, чем в других, поэтому не все они были одинаковой древности и не могли принадлежать одному и тому же человеку, (2) в молодых костях содержалось столько же фтора, сколько в современных костях, и (3) в старых костях содержалось больше фтора, чем костям, возраст которых, как известно, составляет 60 000 лет.



Другой формой абсолютного датирования, имеющей важное значение для археологии, является так называемый метод *varve*. Однако их можно использовать в качестве абсолютных часов только при особых обстоятельствах. Варины в некотором смысле похожи на кольца на дереве. В озере, которое достаточно глубоко, или на краю ледника, непрерывно осаждаются частицы наносов в виде своего рода осадков из воды. Зимой, когда ледник замерзает или плотность воды в озере увеличивается из-за более низкой температуры, осаждается меньше частиц, а те, которые осаждаются, обычно имеют характерный цвет или текстуру. Летом, когда тает ледник или озеро прогревается, осаждается все больше различных частиц. Полосы осажденных отложений называются варвами; каждый год образуются две варвы. Начиная с верхнего, можно отсчитать количество лет в ряду переменных. Если верхняя переменная имеет известную дату, например текущий год, у вас есть календарь, в котором каждая переменная имеет известную дату. Предпринимаются попытки соотнести одну вариативную серию с другой, чтобы восстановить еще более длинные серии. Если археологу повезет, а это не редкость в Европе, то найдутся материалы с места захоронения в местной последовательности варве. Обратный отсчет дает абсолютный возраст артефактов, встроенных в сайт, и, следовательно,

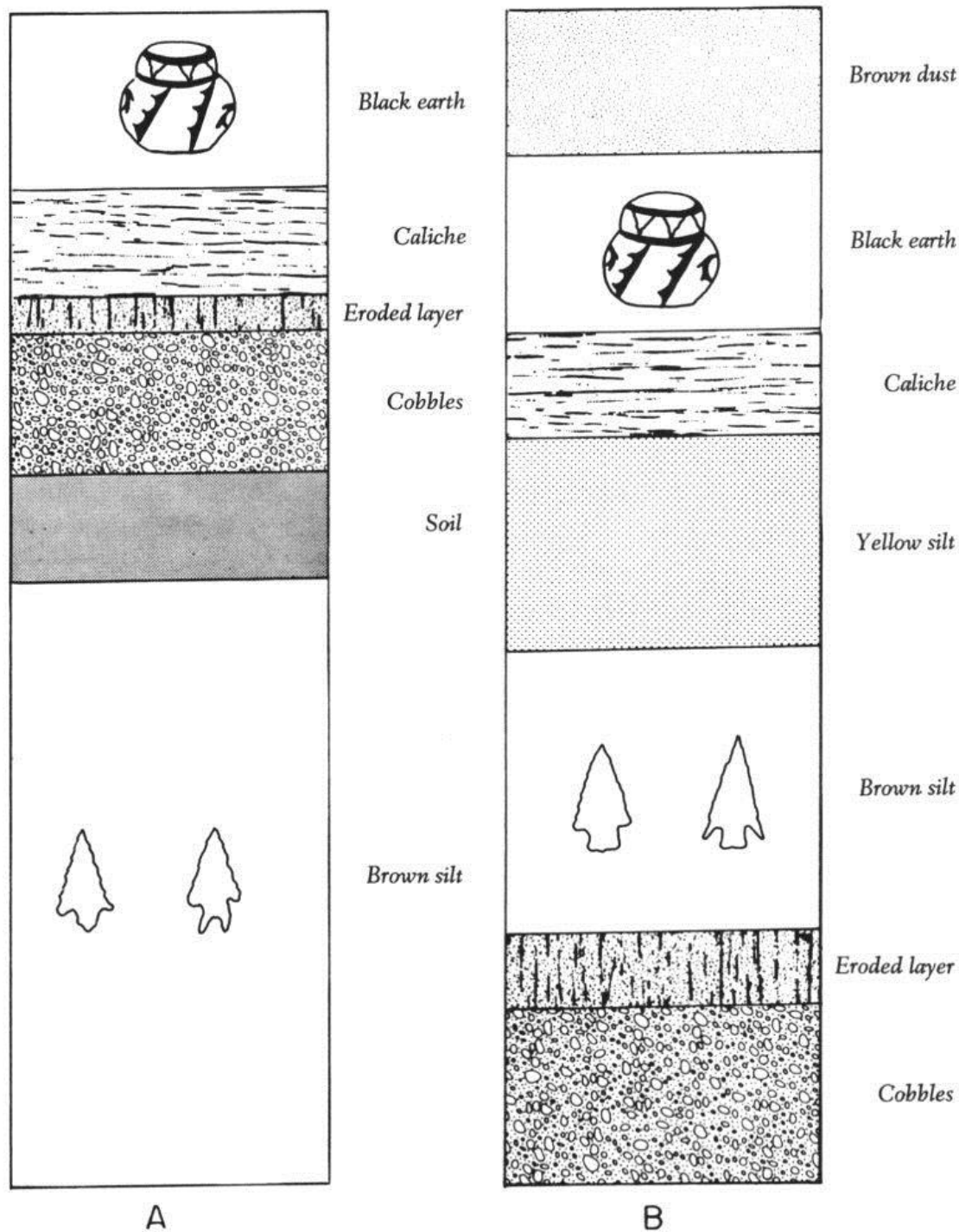
приблизительный возраст сайта. Считается, что европейская историческая хронология восходит примерно к 9650 году до нашей эры

Большинство часов, которые археолог использует для определения относительных дат типа "до" или "после", имеют в качестве теоретической основы принцип *стратиграфии*. По сути, принцип стратиграфии предполагает две вещи: что горные породы земли постоянно изнашиваются в результате эрозии и что объекты, которые кажутся похожими, на самом деле похожи и, вероятно, имеют более или менее одинаковый возраст.

Если горные породы постоянно изнашиваются, то из этого следует, что поверхность грунта постоянно наращивается. Таким образом, поверхность, по которой мы ходим, моложе и выше, чем та, по которой ходили наши предки. Когда мы копаем под поверхность, те предметы, которые мы находим на более высоких уровнях, моложе тех, которые мы находим на более низких уровнях. Чем глубже мы копаем, тем старше становятся вещи.

Нет никаких оснований полагать, что скорость осаднения на поверхности везде одинакова. Если мы выкопаем два фута в одном месте, то, возможно, окажемся на уровне, который сейчас находится на пять футов ниже поверхности в другом месте. Если мы находим конкретный предмет, скажем, тип керамики, на поверхности в месте А и такой же вид керамики на глубине пяти футов под поверхностью в месте В, мы можем использовать второе из наших предположений и утверждать, что оба предмета имеют одинаковый возраст. Тогда любые предметы, найденные на высоте более пяти футов на участке В, моложе керамического изделия и моложе всего, что было найдено на участке А. Это принцип стратиграфии.

Подобно годичным кольцам деревьев, объекты в *стратиграфической последовательности* могут быть перекрестно датированы. Эти последовательности могут быть различных видов, как и любой объект. Отличительные полосы отложений, характерные артефакты, типы окаменелостей, специфические химические детали или любое другое явление могут использоваться с разной степенью успеха. Предположим, у нас есть следующие последовательности объектов в узлах А и В:



А	В
Чернозем	Бурая пыль
Каличе	Чернозем
Эродированный слой	Каличе
Булыжники	Желтый ил
Почвы	Бурый ил
Коричневый ил	Эродированный слой

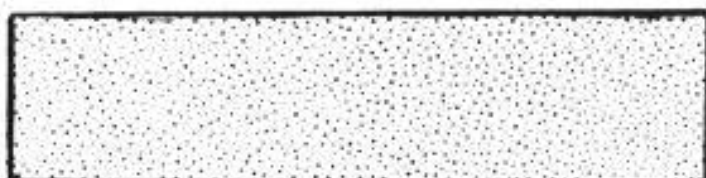
Булыжники

Итак, есть некоторые сходства в этих двух *профилях* и другие различия. Оба профиля содержат слои черной земли, калича, эродированного слоя и булыжников. Оба профиля содержат керамику, и оба содержат наконечники стрелок. Тип керамики на профиле А такой же, как и на профиле В, но на профиле В над черной землей присутствует коричневая пыль. На профиле В бурый ил находится выше эродированного слоя, в то время как на профиле А он находится ниже эродированного слоя. На профиле А точки стрелок имеют иную форму, чем на профиле В. Что нам нужно для сопоставления последовательностей, так это *маркеры горизонта*, объекты, которые достаточно похожи, чтобы находиться в одном и том же временном диапазоне.

Горшки в обоих случаях выглядят одинаково и погружены в один и тот же осадочный материал - черную землю. Они образуют один горизонт. Калич может быть маркером горизонта, но это не является положительным показателем, поскольку на профиле А он находится над эродированным слоем, в то время как на профиле В он находится над желтым илом. Эродированный слой располагается над булыжниками на обоих профилях, что делает комплекс эродированный слой-булыжники довольно хорошим маркером горизонта. Бурый ил не является маркером горизонта, поскольку он находится над эродированным слоем в одном профиле и под ним в другом. Кроме того, не все отмеченные им стрелки одинакового типа. Соотнесенная последовательность с использованием маркеров горизонта должна соответствовать показанной на прилагаемой [диаграмме](#).

Стратиграфия доказывает, что наконечники стрел в верхнем буром иле должны быть моложе наконечников стрел в нижнем буром иле. В следующий раз, когда мы найдем наконечники стрел тех типов, которые были обнаружены в верхнем буром иле, мы будем знать, независимо от стратиграфической последовательности в новой местности, что они должны быть моложе типов, обнаруженных в нижнем буром иле, и они также должны быть старше керамики того типа, который был найден в черноземе. Мы не будем знать, сколько им лет, но мы датировали их в том смысле, что знаем, что они старше одних вещей и моложе других.

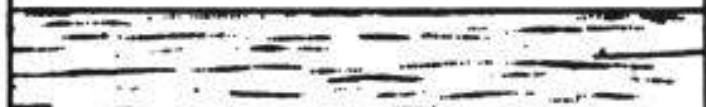
Принцип стратиграфии является одним из наиболее полезных теоретических инструментов археолога, поскольку он позволяет сравнивать одно место раскопок с другими. Наш пример показал, как артефакты (в данном случае горшки и наконечники стрел) и типы отложений могут быть расположены в стратиграфическом порядке, чтобы обеспечить точную археологическую датировку. Другими объектами, которые обычно используются в качестве маркеров горизонта в стратиграфических последовательностях, являются окаменелости. Останки вымерших животных часто используются для доказательства крайней древности. Останки растений и животных часто указывают на сходство экологических условий на двух участках и позволяют провести их перекрестную датировку.



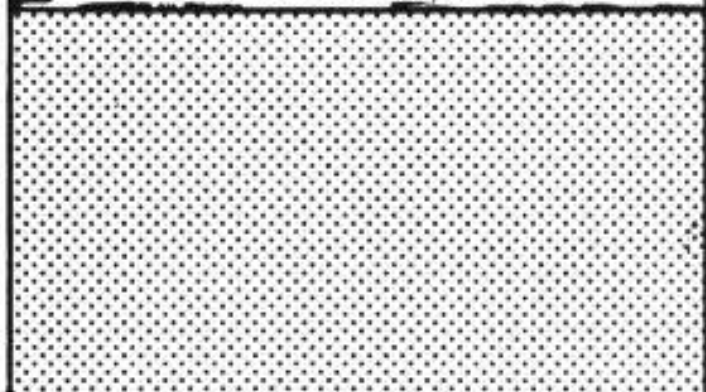
Brown dust



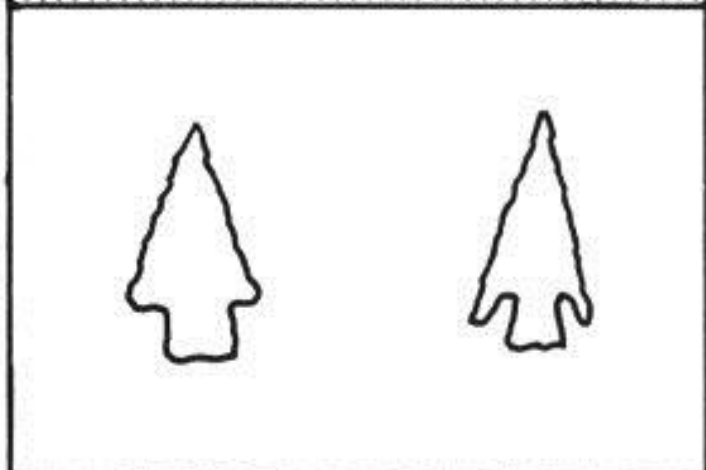
Black earth



Caliche



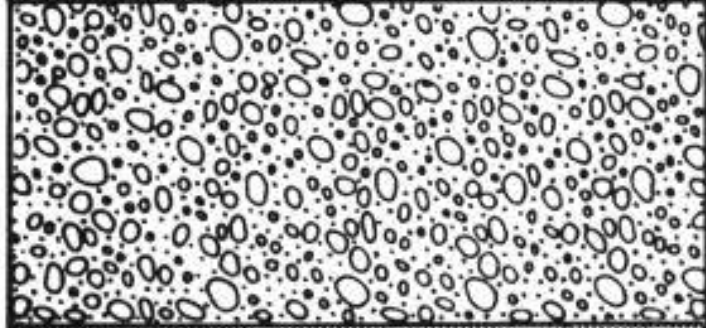
Yellow silt



Brown silt



Eroded layer



Cobbles



Gravel

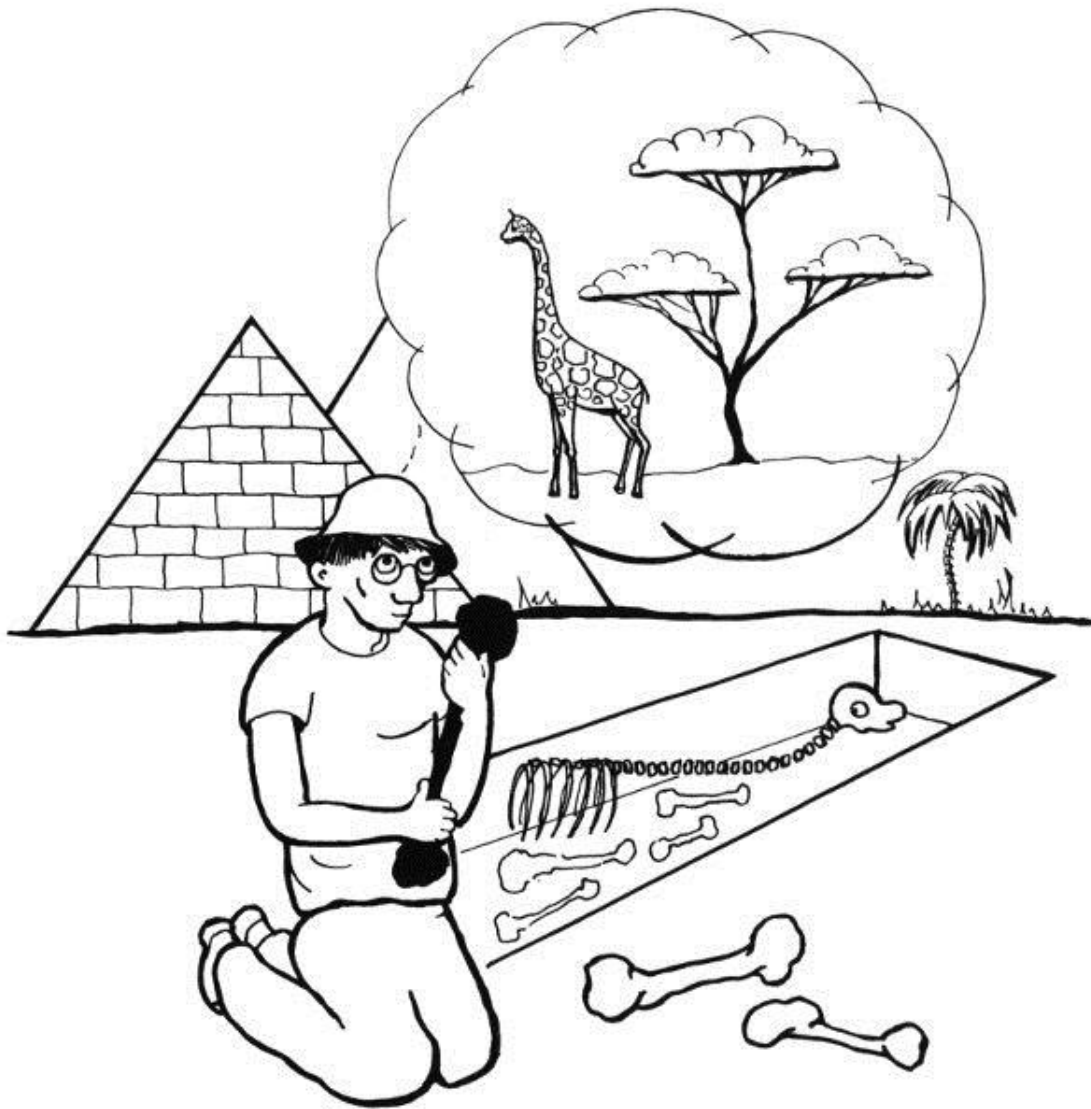
Бурая пыль
Чернозем
Каличе
Желтый ил
Бурый ил
Эродированный слой
булыжников
Почвы
Бурый ил

The Геолого-климатический метод датирования сочетает в себе принцип стратиграфии с интерпретацией значения природных явлений. Когда геологи продемонстрировали, что земля недавно пережила период, когда огромные ледники наступали и отступали по северному и южному полушариям, они начали размышлять о влиянии таких условий на ландшафт. Наступающий ледяной покров соскреб бы поверхность до голой скалы. Когда лед отступал, его груз из камней и булыжников, как правило, оставался позади, в то время как более мелкие частицы грязи смывались в реки, образовавшиеся в результате таяния льда. Если археолог нашел орудия труда среди валунов и булыжников, эти орудия труда должны относиться к периоду формирования слоя булыжников и валунов, периоду отступления ледника. Здесь геология давала ключ к пониманию климата, и если был известен возраст климатического события, артефакты, связанные с геологией, могли быть датированы.

Именно с помощью геолого-климатического метода датирования археологи обнаружили, что люди жили в южной Европе на краю последнего великого ледника, и, следовательно, дата их заселения была порядка 20 000 лет назад.

Нет необходимости использовать геологический аспект геолого-климатического датирования, если у кого-то есть другие ключи к пониманию климата. Окаменелости растений и животных являются ключами к разгадке древнего климата, поскольку живые организмы имеют тенденцию жить в климате, к которому они лучше всего приспособлены. Если мы найдем ископаемые кости жирафа или страуса в пустыне Сахара, мы можем сделать вывод, что когда-то в прошлом Сахара была не пустыней, а вельдом, поскольку сегодня в вельде обитают жирафы и страусы. Если стратиграфия позволяет нам соотнести артефакты с этими окаменелостями, мы можем утверждать, что создатели этих артефактов жили в то время, когда вельд существовал на территории нынешней Сахары. Теперь, если мы сможем соотнести окаменелости с датой, когда в этом районе мог установиться такой климат, у нас будет дата для артефактов.

Окаменелости животных встречаются относительно редко, а ископаемые остатки растений, которые можно увидеть невооруженным глазом, встречаются еще реже. Но микроскопические пыльцевые зерна не являются особой редкостью в стратиграфических последовательностях отложений и непосредственно связаны с артефактами во многих видах отложений. Пыльца большинства растений защищена жесткой оболочкой, подобной той, что покрывают многие семена. Миллионы пыльцевых зерен образуются местной растительностью каждый год, и определенный процент из них погребается в ежегодном накоплении наносов. После того, как они закопаны, прочное внешнее покрытие сохраняется.



Когда пыльцевые зерна извлекаются из осадочной матрицы, различные виды растений, которые росли в данной местности во время отложения осадка, можно распознать по отличительным характеристикам их пыльцевых зерен. *Специалист по анализу пыльцы* должен интерпретировать эту информацию, чтобы выяснить природу растительности в прошлом и климатические условия, связанные с ней. Благодаря датировке этих климатических условий датированы артефакты, с которыми был связан образец пыльцы.

Некоторые археологические памятники не позволяют датировать ни одним из этих методов. Фермер, вспахивающий поле, может взять в руки наконечник стрелы и задаться вопросом, сколько ему лет. Может ли археолог датировать наконечник стрелы? Ответ - "да" с оговоркой. Что попытается сделать археолог, так это высказать обоснованное предположение относительно возраста наконечника стрелы. Он мог бы, например, знать, что наконечники стрел такого типа найдены на месте, которое различными методами датируется примерно 1000 годом нашей эры. Путем корреляции он мог бы применить эту дату.

Если наконечник стрелы не относится к типу, который был надежно датирован, археолог может положиться на метод датировки, известный как *сериация*. Этот метод зависит от второго

предположения, лежащего в основе принципа стратиграфии, а именно, что сходные объекты, как правило, имеют примерно одинаковый возраст. Наконечник стрелы фермера, возможно, не совсем похож ни на один из когда-либо обнаруженных, но, вероятно, он будет больше похож на некоторые известные стрелы, чем на другие. Наблюдая за общим стилем наконечника стрелы и способом, которым он сделан, археолог может довольно точно определить, когда он был изготовлен.

Предположим, что археолог отправляется в неизученную область, где недоступны методы абсолютной или относительной датировки. Там он находит ряд стоянок с черепками новых для археологии типов. Может ли он датировать эти сайты? Он снова использует последовательность, но на этот раз он переворачивает логическое предложение. Если вещи, которые выглядят одинаково, как правило, одного возраста, то вещи, которые не выглядят одинаково, должны быть разного возраста.

Его первой задачей было бы разделить все различные типы черепков. Взяв по образцу каждого типа, он раскладывает их в ряд. Если со временем места раскопок будут отличаться, стили керамики соответственно изменятся. Но некоторые стили будут меняться медленно, а некоторые будут влиять на другие. Например, если бы мы проанализировали стиль автомобильных задних крыльев за период с 1956 по 1964 год, мы бы заметили, что на них начали появляться все более и более высокие ребра; затем размер ребер стал уменьшаться все больше и больше. Некоторые стилевые аспекты задних крыльев, выпущенных до 1956 года, были усовершенствованы вместе с плавниками, а другие отпали. Некоторые элементы стиля, которые были разработаны с помощью ласт, были сохранены после того, как ласты уменьшились в размерах.

Чередование стилей оформления черепков приведет к серии изменений в стиле, которые, вероятно, будут происходить в хронологическом порядке. Широкие прямые линии могут сменяться смешанными широкими и узкими прямыми линиями, затем узкими прямыми линиями, затем узкими волнистыми линиями. Тогда археолог мог бы утверждать, что участки с черепками с широкими прямыми линиями отделены во времени от участков с черепками с узкими волнистыми линиями. Он не будет знать, который из них древнее, потому что последовательность может работать в любом случае. Стратиграфия или культурное сходство между другими артефактами на этих участках, вероятно, решат эту проблему.

Теперь читатель, вероятно, понял, что многие часы, используемые археологами, взаимосвязаны. Относительные методы датирования, такие как стратиграфия, пыльцевой анализ и геолого-климатический анализ, используются вместе, где это возможно, и все они зависят от принципа стратиграфии. Перекрестное датирование, таким образом, имеет жизненно важное значение и проводится постоянно. Археолог пытается использовать как абсолютные, так и относительные часы, чтобы определить возраст места раскопок. Стратиграфия дает ряд относительных дат для артефактов в пределах участка; геолого-климатическое датирование и датирование пыльцы дают ряд дат для типов отложений и образцов, собранных в связи с этими артефактами; даты годовых колец деревьев дают абсолютный возраст участка, что позволяет понимать пыльцевые, стратиграфические и геолого-климатические даты в терминах абсолютного возраста. Радиоуглеродные даты служат проверкой дат кольцевания деревьев и, если они совпадают, подтверждают пыльцевые и геолого-климатические даты. Пыльцевые и геолого-климатические данные с участка

сравниваются с аналогичными датами с других участков в качестве дополнительной проверки. Поскольку часы, используемые археологом, тикают с разной скоростью, и поскольку не все из них датируются одним и тем же объектом, археолог обычно заканчивает работу серией дат для любого данного места.

Новые геохронологические методы постоянно изобретаются и совершенствуются. Вот список некоторых из них, которые, как ожидается, станут доступны в ближайшие несколько лет:

1. Метод *гидратации обсидиана*. Обсидиан, стекло естественной формы, химически устроен так, что медленно поглощает химические вещества из окружающей среды. При этом внешний слой меняется с прозрачного на полупрозрачный или непрозрачный. Есть надежда, что глубину непрозрачного слоя можно использовать как показатель времени, прошедшего с момента воздействия на поверхность. Поскольку многие артефакты были изготовлены путем скола обсидиана с образованием острого края, этот метод может выявить время, прошедшее с момента изготовления обсидианового артефакта.

2. Метод *термolumинесценции*. Химические свойства некоторых минералов меняются, когда минералы нагреваются до высоких температур. Если их снова нагреть, они будут светиться, и количество времени, в течение которого они будут светиться после повторного нагрева, зависит от количества времени, прошедшего с момента их первоначального нагрева. Пока этот показатель точно не рассчитан, и пока не понятно, какое влияние на этот показатель могут оказывать различные типы почв и атмосфер. Если этот метод будет доказан, он будет бесценен для археологии, поскольку позволит датировать керамику непосредственно в абсолютной временной шкале.

3. Метод *палеомагнетизма*. Когда объект, содержащий частицы, которые могут быть намагничены, нагревается, магнитные частицы выстраиваются в линию в соответствии с магнитным полем Земли. Когда объект охлаждается, частицы удерживаются в этом положении. Мы знаем, что магнитное поле Земли изменчиво и что в разное время оно было ориентировано в разных направлениях. В настоящее время ведется работа по определению того, как менялось магнитное поле с течением времени и насколько успешно можно датировать материалы, такие как керамика или очаги, которые в прошлом подвергались воздействию высоких температур, по разнице между нынешним магнитным полем и магнитным полем, заключенным в объекте.

Музей прессы Нью - Мексико
Санта - Фе 1965

*Иллюстрации Мэри Спенсер
и Филлис Хьюз*

Примечания переписчика

- Молча исправил несколько опечаток.
- Сохранена информация о публикации из печатного издания: эта электронная книга находится в общественном достоянии в стране публикации.
- Только в текстовых версиях текст, выделенный курсивом, разделяется `_underscores_`.